

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 22 日 (22.09.2005)

PCT

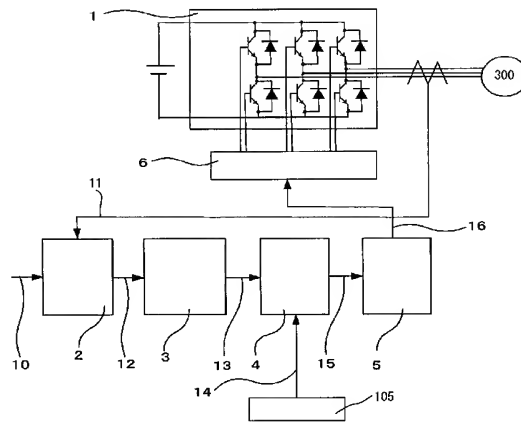
(10) 国際公開番号  
WO 2005/088822 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H02M 7/48 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/004647 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森本 進也 (MO-RIMOTO, Shinya). 佐々木 亮 (SASAKI, Akira).  
(22) 国際出願日: 2005 年 3 月 16 日 (16.03.2005) (74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒1076013 東京都港区赤坂一丁目 1 番 3 2 号 アーク森ビル 13 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, 特願2004-076286 2004 年 3 月 17 日 (17.03.2004) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).

[続葉有]

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE AND MODULATING WAVE INSTRUCTION CREATION METHOD FOR PWM INVERTER THEREOF

(54) 発明の名称: モータ制御装置とその PWM インバータの変調波指令作成方法



(57) Abstract: There is provided a modulating wave signal creation method for a PWM inverter controlled by a pulse width modulation signal obtained by comparing a modulating wave signal of a voltage instruction with a carrier. That is, there are provided a motor control device and a modulating wave signal creation method for a PWM inverter of the motor control device. The motor control device includes a modulating wave upper limit value calculation unit (105) and a modulating wave control unit (4). The modulating wave upper limit value calculation unit (105) creates a modulating wave upper limit value (14) for setting an upper limit value in the range not greater than the carrier maximum value and greater than the carrier minimum value, on a modulating wave. By using this modulating wave upper limit value (14), the modulating wave control unit (4) corrects the modulating wave instruction (13) of a plurality of phases.

(57) 要約: 電圧指令の変調波信号と搬送波とを比較して得られるパルス幅変調信号により制御される PWM インバータ装置の変調波信号作成方法であって、電圧出力を拡大することのできるモータ制御装置とその PWM インバータの変調波信号作成方法を提供する。変調波上限値演算部 105 と変調波制御部 4 を備え、搬送波の最大値以下でかつ搬送波の最小値より大きな範囲にある上限値を変調波に設ける変調波上限値 14 を変調波上限値演算部 105 において作成し、この変調波上限値 14 を用いて複数相の変調波指令 13 を変調波制御部 4 において修正するようにした。



WO 2005/088822 A1



SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護  
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,  
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### モータ制御装置とそのPWMインバータの変調波指令作成方法

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、PWMインバータにおける負側のスイッチング素子のON時間を制限するPWMインバータの変調波指令作成方法に関する。

#### 背景技術

- [0002] PWMインバータは搬送波と変調波指令とを比較して得られるPWM指令によりスイッチング素子をON/OFFすることにより負荷に対して電力を供給するものである。

図8に一般的なPWMインバータ装置の概要を示す。

図において、80はPWMインバータ装置、81は直流電源、82はスイッチング素子としてのIGBTトランジスタ、83はフリーホイールダイオード、84はスイッチング素子駆動回路を示している。IGBTトランジスタと逆並列接続されたフリーホイールダイオードでスイッチS1を構成し、これを2個S1、S2直列接続してなる1組で1相分として、これを3組用いて3相を構成する。

PWMインバータ装置80は直流電源を正側のスイッチS1および負側のスイッチS2から1つの相の出力を構成し、これを並列に必要な相分を接続した構成となっており、正側と負側の2つのスイッチング素子を駆動することによりパルス電圧を発生して負荷に電力を供給する。

図9は従来のPWM指令の作成の手順を示す図である。

図において、91は搬送波(三角波)、92は変調波指令(正弦波)を示している。図に示すようにPWM信号は搬送波91と変調波指令92と比較してパルス信号を作成し、更に前記パルス信号の反転信号を作成した後、スイッチング素子の正側と負側の2つに分けて作成される。

また、図8の同相の正側と負側のスイッチング素子が同時にONした場合に直流電源が短絡するため、同時にON状態とならないようにデッドタイムを設けている。一般的に電圧指令通りの電圧を出力するように変調波指令を作成する。

変調波指令作成の際には出力周波数の3次高調波成分を重畳する方法や空間ベ

クトル変調と呼ばれる方法により変調波を作成することにより実行値が電源電圧値の  $1/\sqrt{2}$  (約0.71) 倍までの交流信号を歪みなく出力することができる。

図10は空間ベクトル法により作成された3相交流の変調波の例を示す。各相の波形は連続的ではないが2つの相の差をとると正弦波となる。

また、更に変調率と実際に出力される変調率との関係を3相インバータの場合に6ステップまで線形となるような過変調補正と呼ばれる補正を加えることにより出力可能な電圧を全て利用するようにしているものもある。6ステップ出力の基本波成分の実行値は前記直流電源電圧値の約0.78倍となる(例えば、非特許文献1参照)。

図11は負側パルスを利用してスイッチング素子の駆動電源を作成するチャージポンプ回路を示している。図において、80は図8に示したPWMインバータ装置、85はチャージポンプ回路である。チャージポンプ回路85は第2の直流電源+Vsから、各相についてそれぞれ順方向に接続されたダイオード851とコンデンサ852を介してスイッチング素子駆動回路84に接続されている。

しかし、このようなチャージポンプ回路85を利用するものでは、負側パルスがOFF状態となった場合にコンデンサの電圧が下がり、スイッチング素子を駆動するのに十分な電圧を確保できなくなる。充電量と消費電力の関係から、搬送波の周波数とその周波数における前記負側のスイッチング素子の最小ON時間がわかるので、前記パルス幅を確保するように変調率に制限を加えていた。

また、図12は本発明の方法を適用する電流検出回路を示す図である。

図において、80はPWMインバータ装置、86は負側のスイッチS2と直流電源81の負側との間に挿入されたシャント抵抗である。

図に示すようにPWMインバータ装置80の出力相電流を負側スイッチS2と直流電源81の負側との間のシャント抵抗86で検出するような構成の場合、電流検出部分に出力電流が流れるのは負側のスイッチS2がONの状態の時のみであり、電流を検出するタイミングで負側のスイッチS2を必ずONにする必要がある。このため、変調率を制限することによりパルス幅を確保するようにしていた。

非特許文献1: Ahmet M. Hava, Russel J. Kerkman, Thomas A. Lipo, Carrier-Based PWM-VSI Overmodulation Strategies: Analysis, Comparison, and Design, IEEE

TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 13, NO. 4, JULY 1998

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0003] 従来の変調波作成方法では、スイッチング素子の駆動電源として図11に示すような負側パルスを利用して電源を作成するチャージポンプ回路を利用する場合や、図12に示すようにPWMインバータ装置80の出力相電流を前記負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出するような構成の場合に、変調率を制限していたため、出力される電圧が制限されるという問題点があった。

また、これをモータ制御に利用する場合、モータの回転数が上がると誘起電圧が上昇するため、電圧を制限することにより回転数の最大値が下がる、あるいは最大回転数時の発生トルクが制限されるという問題点があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、前記負側のスイッチング素子の最小パルス幅を確保しながら、電圧出力を拡大するモータ制御装置とそのPWMインバータの変調波指令作成方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0004] 上記問題を解決するため、本発明は、次のようにしたのである。

請求項1記載の発明は、電圧指令の変調波信号と搬送波とを比較して得られるパルス幅変調信号により制御されるPWMインバータ装置の変調波信号作成方法において、前記搬送波の最大値以下でかつ前記搬送波の最小値より大きな変調波上限値を設け、前記複数相の変調波指令を前記搬送波の最小値と前記変調波上限値の間となるように修正するという方法をとったのである。

請求項2記載の発明は、前記複数相の変調波指令から、前記搬送波の最大値と前記変調波上限値との差を減算した後、前記搬送波の最小値と前記変調波上限値の間となるように修正する方法を請求項1に加えたものである。

更に、請求項3記載の発明は、前記複数相の変調波指令の最大値と最小値との差が前記変調波上限値と前記搬送波の最小値との差と一致するようにし、前記複数相の変調波指令の全てが最大値または最小値のどちらかとなる変調率まで変調率指令と実際の変調率とが一致するように前記複数相の変調波指令を補正する方法を請

求項2に加えたものである。

請求項4記載の発明は、PWMインバータ装置のスイッチング素子の駆動回路電源として、負側のスイッチング素子のパルスを使用してコンデンサに電荷をためることに  
より電源を得るチャージポンプ回路により構成されるPWMインバータ装置において、  
前記搬送波の周波数における前記負側のスイッチング素子のパルス幅が前記チャ  
ージポンプ回路の出力電圧を確保するために必要なパルス幅となるように前記変調  
波上限値を決めるものである。

請求項5記載の発明は、前記変調波上限値は、出力周波数が0の時は変調波上  
限初期値とし、出力周波数が増加するにしたがって単調増加し、使用するスイッ  
チング素子に必要な最小パルス幅上限を超える場合は最小パルス幅上限で制限し、更  
に、出力周波数が高くなったときに前記搬送波の最大値と一致するように変化させる  
方法を請求項4に加えたものである。

請求項6記載の発明は、前記PWMインバータ装置の複数相の出力相電流を各相  
の負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出するPWMインバー  
タ装置において、前記負側のスイッチング素子のパルス幅が電流を検出するのに十  
分な時間を確保できるように前記変調波上限値を決めるものである。

請求項7記載の発明は、電流指令と電流検出値に基づいて電圧指令を作成する電  
圧指令作成部と、前記電圧指令に基づいて変調波指令を作成する変調波指令作成  
部と、前記変調波指令と搬送波とを比較して得られるPWM信号を発生するPWM信  
号発生部と、前記PWM信号により制御されるPWMインバータ装置とを備えたモー  
タ制御装置において、前記搬送波の最大値以下でかつ前記搬送波の最小値より大  
きな値となるように変調波上限値を演算する変調波上限値演算部と前記変調波指令  
を前記変調波上限値と前記搬送波の最小値との間に修正する変調波制御部とを備  
えたものである。

請求項8記載の発明は、前記変調波制御部が、前記変調波指令から前記搬送波  
の最大値と前記変調波上限値との差を減算した後、前記変調波指令を前記変調波  
上限値と前記搬送波の最小値との間に修正することを請求項7に加えたものである。

更に、請求項9記載の発明は、前記変調波制御部が、変調率の指令と実際の変調

率が一致するように補正する過変調補正を変調波指令に加えることを請求項8に加えたものである。

請求項10記載の発明は、前記PWMインバータ装置のスイッチング素子の駆動回路電源として、負側のスイッチング素子のパルスを使用してコンデンサに電荷をためることにより電源を得るチャージポンプ回路と、前記PWMインバータ装置の複数相の出力相電流を各相の負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出する電流検出部を備えたモータ制御装置において、前記変調波上限値演算部が、使用するスイッチング素子に必要なパルス幅、または、前記チャージポンプ回路の出力電圧を確保するために必要なパルス幅、または、電流検出するために必要なパルス幅に基づいて、前記変調波上限値を演算することを請求項7〜9に加えたものである。

更に、請求項11記載の発明は、前記変調波上限値演算部が、出力周波数が0の時は変調波上限初期値とし、出力周波数が増加するにしたがって単調増加し、使用するスイッチング素子に必要な最小パルス幅上限を超える場合は最小パルス幅上限で制限し、更に、出力周波数が高くなったときに前記搬送波の最大値と一致するように変化させるように前記変調波上限値を演算することを請求項10に加えたものである。

## 発明の効果

[0005] 請求項1または請求項7記載の発明によると、前記負側のパルス幅を確保しつつ、変調率を制限する場合よりも大きな電圧を出力することができる。

請求項2または請求項8に記載の発明によると、交流電圧出力時の電圧歪みを少なくすることができる。

請求項3または請求項9記載の発明によると、過変調補正を加えることにより、電圧を最大限に利用することが可能となる。

請求項4または請求項10記載の発明によると、PWMインバータ装置のスイッチング素子の駆動回路電源として、負側のスイッチング素子のパルスを使用してコンデンサに電荷をためることにより電源を得るチャージポンプ回路により構成されるPWMインバータ装置において、前記負側のスイッチング素子のパルス幅を確実に保持できる。

請求項5または請求項11記載の発明によると、高い周波数でパルス幅による制限を受けないようにでき、モータ制御のように周波数が上昇するのに従って電圧が上昇する用途では、回転数や発生トルクの制限を受けないようにできる。

請求項6または請求項10記載の発明によると、前記PWMインバータ装置の複数相の出力相電流を各相の負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出するPWMインバータ装置において、変調率を制限するよりも高い電圧出力で確実に電流の検出ができるようになる。

### 図面の簡単な説明

- [0006] [図1]本発明の実施例を示す制御ブロック図である。
- [図2]本発明の請求項1の方法によるPWM指令の作成の手順を示す図である。
- [図3]本発明の請求項2の方法による変調波指令作成ブロック図である。
- [図4]従来の変調率と実際の変調率との関係を示す図である。
- [図5]本発明の方法による変調率と実際の変調率との関係を示す図である。
- [図6]チャージポンプ回路の蓄電量の変化を示す図である。
- [図7]スイッチング可能な最小パルス幅を考慮して変化させた変調波上限値の線図を示す図である。
- [図8]本発明の方法を適用するPWMインバータ装置の構成例を示す図である。
- [図9]従来 PWM 指令の作成の手順を示す図である。
- [図10]従来空間ベクトル法による変調波指令の例を示す図である。
- [図11]本発明の方法を適用するチャージポンプ回路を示す図である。
- [図12]本発明の方法を適用する電流検出回路を示す図である。
- [図13]本発明のモータ制御装置の一実施例を示すブロック図である。

### 符号の説明

- [0007]
- 1 PWMインバータ装置
  - 2 電圧指令作成部
  - 3 変調波指令作成部
  - 4 変調波制御部
  - 5 PWM信号発生部



- 6 スイッチング素子駆動回路
- 10 電流指令
- 11 電流検出
- 12 電圧指令
- 13 変調波指令
- 14 変調波上限値
- 15 制限された変調波指令
- 16 PWM信号
- 17 位置フィードバック信号
- 80 PWMインバータ装置
- 81 直流電源
- 82 スイッチング素子
- 83 フリーホイールダイオード
- 84 スイッチング素子駆動回路
- 85 チャージポンプ回路
- 86 シャント抵抗
- 100 モータ制御装置
- 101 上位制御部
- 102 下位制御部
- 103 電流検出部
- 104 コンバータ部
- 105 変調波上限値演算部
- 200 商用電源
- 300 モータ
- 400 エンコーダ

発明を実施するための最良の形態

[0008] 以下、本発明のモータ制御装置とそのPWMインバータの変調波指令作成方法の具体的実施例について、図に基づいて詳細に説明する。

## 実施例 1

[0009] 図1は、本発明の実施例を示す制御ブロック図である。

図1の各ブロック要素の機能について説明する。電圧指令作成部2は電流検出値10や電流指令11から電圧指令12を作成する。変調波指令作成部3は電圧指令12が大きい場合は制限し、電圧指令どおりの電圧が出力されるように変調波指令13を作成する。変調波制限部4は変調波指令13を変調波上限値14と搬送波の最小値との間になるように変調波指令を制限する。

前記制限された変調波指令15は、PWM信号発生部5により搬送波と比較されデッドタイム処理を施してPWM信号16を出力し、PWMインバータ装置1のスイッチング素子駆動回路6によりスイッチング素子のON/OFFを制御して負荷へ電力を供給する。

また、図1には記載していないが、一般的に電圧指令または変調率指令に対し、前記デッドタイムにより変化する電圧分の補償を電流指令または電流検出あるいは電流推定値などを用いて行うようにすることにより、電圧指令と実電圧が一致するようにしている。

[0010] そこで、請求項1記載の発明について説明する。

図1のように変調波制限部を設けたことより、図2のようにしてPWM指令を作成することになる。つまり、変調波指令に対し、搬送波の最大値よりも小さな変調波上限値を設け、変調波指令を前記搬送波の最小値と前記変調波上限値との間となるように修正することにより、図2の丸で囲って示すように負側のPWM指令は前記変調波上限値に従って必ずある幅を確保することができる。

[0011] 次に、請求項2記載の発明について説明する。

変調波の上限のみ制限を加えた場合、PWM指令に歪みが生じる。これを解消するため、変調波指令作成後、図3のようにして各相の変調波指令から前記搬送波の最大値 $P_{max}$ と前記変調波上限値 $M_{max}$ との差分を減算することにより、指令の振幅の中心が前記搬送波の最小値と前記変調波上限値との中心とすることができ、PWM指令の歪みを解消することができる。

[0012] さらに、請求項3記載の発明について説明する。

変調波指令に正弦波信号を使う場合、正弦波信号の最大値が搬送波の最大値と一致するまで変調率の指令と実際の変調率は一致する。この最大となったときの変調率を1.0とすると、出力周波数の3次高調波成分を重畳することにより変調率1.15まで指令と実際値を一致させることができることが一般的に知られている。実際の変調率が最大となるのは、6ステップと呼ばれている各相の変調波指令が最大値または最小値のどちらかになる場合であり、このときの変調率は約1.27となる。

ただし、変調率が1.15を超えると変調率指令と実際の変調率の関係は図4のように、変調波の作成の方法により異なるが、一致しなくなる。図4には一致しなくなる変調率1.0以上のみを示している。図4の2相変調の場合は変調率指令が約2.3の時に変調率が最大(6ステップ)となる。この関係から2相変調の場合、変調率1.15を超えたときに図4に示す曲線を表す関数の逆関数をかけることにより、変調率1.27まで指令と実際を一致させることができる。

[0013] これは一般的に過変調補正と呼ばれる方式である。

過変調補正の方法としては、逆関数から求める方法の他に、変調波指令と同じ極性の矩形波を加算させる方法もある。本発明は、変調波が変調波上限値と搬送波最小値の間で前記過変調補正と同様な補正を加えることにより、変調率を制限するよりも多くの電圧を出力することが可能となるものである。

本発明を適用する用途ではパルス幅を確保するために請求項1または請求項2に記載したように、変調波が制限される。

変調波上限値Mmaxと搬送波最小値Pminとの差と、搬送波の最大値Pmaxと最小値Pminとの差の比をKmとすると、Kmは式(1)のようになり、比Kmの分だけ出力可能な変調率が下がることになる。

[数1]

$$K_m = \frac{M_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

変調率を制限する従来の方法では、変調波の上限と下限の両方を制限されることになるため、制限される比は式(2)となり、

[数2]

$$K_m' = \frac{M_{\max} - P_{\min} - (P_{\max} - M_{\max})}{P_{\max} - P_{\min}} < K_m$$

3次高調波を重畳する方式または空間ベクトル方式の場合、変調率 $1.15 \times K_m$ までしか出力できないのに対し、本発明では変調率 $1.27 \times K_m$ までの出力が可能となる。

図5に本発明と従来および過変調補正なしの場合の変調率指令と実際の変調率との関係を示す。

[0014] 次に、請求項4記載の発明について説明する。

図6には、図11に示すようなチャージポンプ回路によりスイッチング素子の駆動電源を作成する場合の駆動電源電圧と負側パルス幅の関係が示されている。

チャージポンプによる蓄電量は負側パルスが入ったときに蓄電され、負側パルスがない場合に減少する。従ってスイッチング素子駆動に十分な電圧を確保するためには消費電力とパルスによる蓄電量との関係から、搬送波の周波数における負側パルス幅を求めることができる。求めたパルス幅からデッドタイム分を考慮して変調波上限値を求め、請求項1または請求項2または請求項3を適用することにより、チャージポンプ電圧を確実に確保しかつ従来方法よりも大きな電圧を出力することが可能となる。尚、搬送波周波数が高いほど変調波上限値を高くすることができる。

[0015] 次に、請求項5記載の発明について説明する。

変調波の上限値を設けない場合、負側パルスがOFFの区間が最も長くなるのは、変調率が最大となる6ステップ動作時である。チャージポンプ回路の電源が最大の時から電力消費によって減少してスイッチング素子を駆動するために必要な最小の電圧となるまでの時間Tから、6ステップ動作時の最小の出力周波数指令を求めると、式(3)となる。

[数3]

$$F_{out} = \frac{1}{2T}$$

これを用いて前記変調波上限値を出力周波数に従って徐々に増加させ、出力周波数が $F_{out}$ 以上の場合には前記変調波上限値を搬送波の最大値に一致させることにより、高い周波数では電圧出力を制限しないようにできる。ただし、スイッチング素子の特性からスイッチング可能な最小パルス幅というものがあるため、これを考慮して変調波上限値は図7のように変化させるようにする。

すなわち、図7において、周波数が0の時は変調波上限初期値から出発し、周波数が増加するにしたがって直線的に増加し、最小パルス幅上限を超える場合は最小パルス幅上限で制限し、周波数が $F_{out}$ 以上となると上限値＝搬送波最大値となるようにしている。

[0016] 次ぎに、請求項6記載の発明について説明する。

図12のようにPWMインバータ装置の複数相の出力相電流を各相の負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出する構成の場合、前記負側のスイッチング素子のパルス幅は、電流を検出するのに必要な時間 $T_i$ 以上を確保する必要がある。搬送波が図8に示したような三角波の場合、変調波上限値は搬送波の最大値から $T_i/2$ 分だけ下げた値となる。尚、これはパルス幅のみが確定するため、搬送波周波数が高いほど変調率は制限されることになる。

## 実施例 2

[0017] 図13は、本発明のモータ制御装置の一実施例を示すブロック図である。図において、100はモータ制御装置、200は商用電源、300はモータ、400はエンコーダである。また、101は上位制御部、102は下位制御部、103は電流検出部、104はコンバータ部、105は変調波上限値演算部である。なお、前述した従来例や請求項1から6の発明の説明での中で使用した同符号のものは同様の動作をするため説明を省略する。

モータ制御装置100は、コンバータ部104とPWMインバータ装置80と上位制御部101と下位制御部102と電流検出部104で構成される。一般的に、モータ制御装置100は、2つの構成要素に大別され、コンバータ部104とPWMインバータ装置80の構成を主回路部、上位制御部101と下位制御部102と電流検出部104の構成を制御部と称される。なお、主回路部には図示しない制御電源部も含まれる。

下位制御部102は、電圧指令作成部2と変調波指令作成部3と変調波制御部4とPWM信号発生部5と変調波上限値演算部106で構成される。なお、下位制御部102には図示しない搬送波発生部も含まれる。

[0018] 次ぎに、本発明のモータ制御装置の動作について説明する。

制御部は外部からの運転指令を受けて、運転指令に応じたPWM信号16を生成す

る。この時、上位制御部101は、エンコーダ400での位置検出信号である位置フィードバック信号17と外部からの運転指令により位置制御や速度制御やトルク制御を行い、下位制御部102に電流指令10を出力する。主回路部内のシャント抵抗86の両端の検出電圧を検出することで、シャント抵抗86に流れる電流を検出する電流検出部103は、電流フィードバック信号11として両端検出電圧をA/D変換し、下位制御部102に出力する。また、下位制御部102は、上位制御部101からの電流指令10と電流検出部103からの電流フィードバック信号11に基づいて、前述した発明の方法により主回路部にPWM信号16を出力する。コンバータ部104は、商用電源200の交流電力を直流電力に変換し、PWMインバータ装置80は、制御部からのPWM信号16に応じた直流電力から交流電力への変換をし、モータ300へ電力を供給する。モータ制御装置100は、このような一連の流れにより、外部からの運転指令に応じたモータ制御をする。

[0019] 次ぎに、請求項7記載の発明について説明する。

本発明が従来と異なる部分は、下位制御部102内に変調波制御部4と変調波上限値演算部105を備える点である。従来の下位制御部は、電圧指令作成部2と変調波指令作成部3とPWM信号発生部5と搬送波発生部105で構成されており、変調波指令13と搬送波との比較、および、予め設定された変調率制限によりPWM信号16を生成していたため、電圧飽和による回転数最大値の低下や最大回転数時のトルク制限が発生する問題があった。従来と異なる部分である下位制御部102内に変調波制御部4と変調波上限値演算部105を備えることで、負側のスイッチング素子の最小パルス幅を確保しながら、電圧出力を拡大することができるのである。

[0020] 次ぎに、請求項10および請求項11記載の発明について説明する。

変調波上限値演算部105は、以下のような事項を条件として、搬送波の最大値以下でかつ搬送波の最小値以上となるように変調波上限値14を演算し、変調波制御部4へ出力する。

(1)チャージポンプ回路85の駆動電源を使用する場合、消費電力とパルスによる蓄電量との関係から、搬送波の周波数における負側パルス幅を求め、スイッチング素子駆動に十分なデッドタイム分を考慮する。負側パルス幅を求める場合、基本的に3相

変調では負側のスイッチング素子がオンする時間が出力周波数で周期的に変動するため、その周期変動で正側電圧が最小電圧以下に落ち込まないようにすることが条件となる。

(2) PWMインバータ装置80の複数相の出力相電流を各相の負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出する構成の場合、必要な時間 $T_i$ 以上を確保することを考慮する。

(3) 変調波上限値14を固定しない場合は、出力周波数が0の時は変調波上限初期値から出発し、出力周波数が増加するにしたがって単調増加し、スイッチング素子の特性である最小パルス幅上限を超える場合は最小パルス幅上限で制限し、出力周波数が $F_{out}$ 以上となると変調波上限値＝搬送波最大値となるように考慮する。

次に、請求項8および請求項9記載の発明について説明する。

また、変調波制御部4は、以下のような事項を条件として、変調波指令作成部3からの変調波指令13を修正し、PWM信号発生部5へ出力する。

(1) 変調波上限値14と搬送波の最小値との間になるように修正する。

(2) 各相の変調波指令13から搬送波の最大値と変調波上限値14との差分を減算することにより、変調波指令13の振幅の中心が、搬送波の最小値と変調波上限値14との中心となるように修正する。

(3) 変調波指令13が、変調波上限値14と搬送波の最小値との間で過変調補正と同様な補正を加え修正する。

[0021] なお、実施例2におけるモータ制御装置は、商用電源200からの交流電源入力の場合を記述したが、直流電源入力の場合においても同様な動作をし、変調波上限値演算部105と変調波制御部4での演算や修正も同様に行われる。

[0022] 以上のように、本発明は、負側スイッチング素子のパルス幅を確保しながら大きな電圧を出力することが可能となるので、駆動電源としてチャージポンプ回路を利用するもの、または出力電流の検出を負側スイッチング素子と直流電源の負側で検出するようなPWMインバータ装置の出力電圧を改善することができ、特性の劣化を最小限にしながらいンバータ装置の低コスト化を可能とする。

## 請求の範囲

- [1] 電圧指令の変調波信号と搬送波とを比較して得られるパルス幅変調信号により制御されるPWMインバータ装置の変調波信号作成方法において、
- 前記搬送波の最大値以下でかつ前記搬送波の最小値より大きな変調波上限値を設け、前記複数相の変調波指令を前記搬送波の最小値と前記変調波上限値の間となるように修正することを特徴とするPWMインバータの変調波指令作成方法。
- [2] 前記複数相の変調波指令から、前記搬送波の最大値と前記変調波上限値との差を減算した後、前記搬送波の最小値と前記変調波上限値の間となるように修正することを特徴とする請求項1記載のPWMインバータの変調波指令作成方法。
- [3] 前記複数相の変調波指令の最大値と最小値との差が前記変調波上限値と前記搬送波の最小値との差と一致するようにし、前記複数相の変調波指令の全てが最大値または最小値のどちらかとなる変調率まで変調率指令と実際の変調率とが一致するように前記複数相の変調波指令を補正することを特徴とする請求項2記載のPWMインバータの変調波指令作成方法。
- [4] PWMインバータ装置のスイッチング素子の駆動回路電源として、負側のスイッチング素子のパルスを使用してコンデンサに電荷をためることにより電源を得るチャージポンプ回路により構成されるPWMインバータ装置の変調波指令作成方法において、
- 前記搬送波の周波数における前記負側のスイッチング素子のパルス幅が前記チャージポンプ回路の出力電圧を確保するために必要なパルス幅となるように前記変調波上限値を決めることを特徴とする請求項1〜3のいずれか1項記載のPWMインバータの変調波指令作成方法。
- [5] 前記変調波上限値は、出力周波数が0の時は変調波上限初期値とし、出力周波数が増加するにしたがって単調増加し、使用するスイッチング素子に必要な最小パルス幅上限を超える場合は最小パルス幅上限で制限し、更に、出力周波数が高くなったときに前記搬送波の最大値と一致するように変化させることを特徴とする請求項4記載のPWMインバータの変調波指令作成方法。
- [6] 前記PWMインバータ装置の複数相の出力相電流を各相の負側のスイッチング素



子と前記直流電源の負側との間で検出するPWMインバータ装置において、

前記負側のスイッチング素子のパルス幅が電流を検出するのに十分な時間を確保できるように前記変調波上限値を決めることを特徴とする請求項1〜3のいずれか1項記載のPWMインバータの変調波指令作成方法。

- [7] 電流指令と電流検出値に基づいて電圧指令を作成する電圧指令作成部と、前記電圧指令に基づいて変調波指令を作成する変調波指令作成部と、前記変調波指令と搬送波とを比較して得られるPWM信号を発生するPWM信号発生部と、前記PWM信号により制御されるPWMインバータ装置とを備えたモータ制御装置において、前記搬送波の最大値以下でかつ前記搬送波の最小値より大きな値となるように変調波上限値を演算する変調波上限値演算部と、前記変調波指令を前記変調波上限値と前記搬送波の最小値との間に修正する変調波制御部と、

を備えたことを特徴とするモータ制御装置。

- [8] 前記変調波制御部が、前記変調波指令から前記搬送波の最大値と前記変調波上限値との差を減算した後、前記変調波指令を前記変調波上限値と前記搬送波の最小値との間に修正することを特徴とする請求項7記載のモータ制御装置。

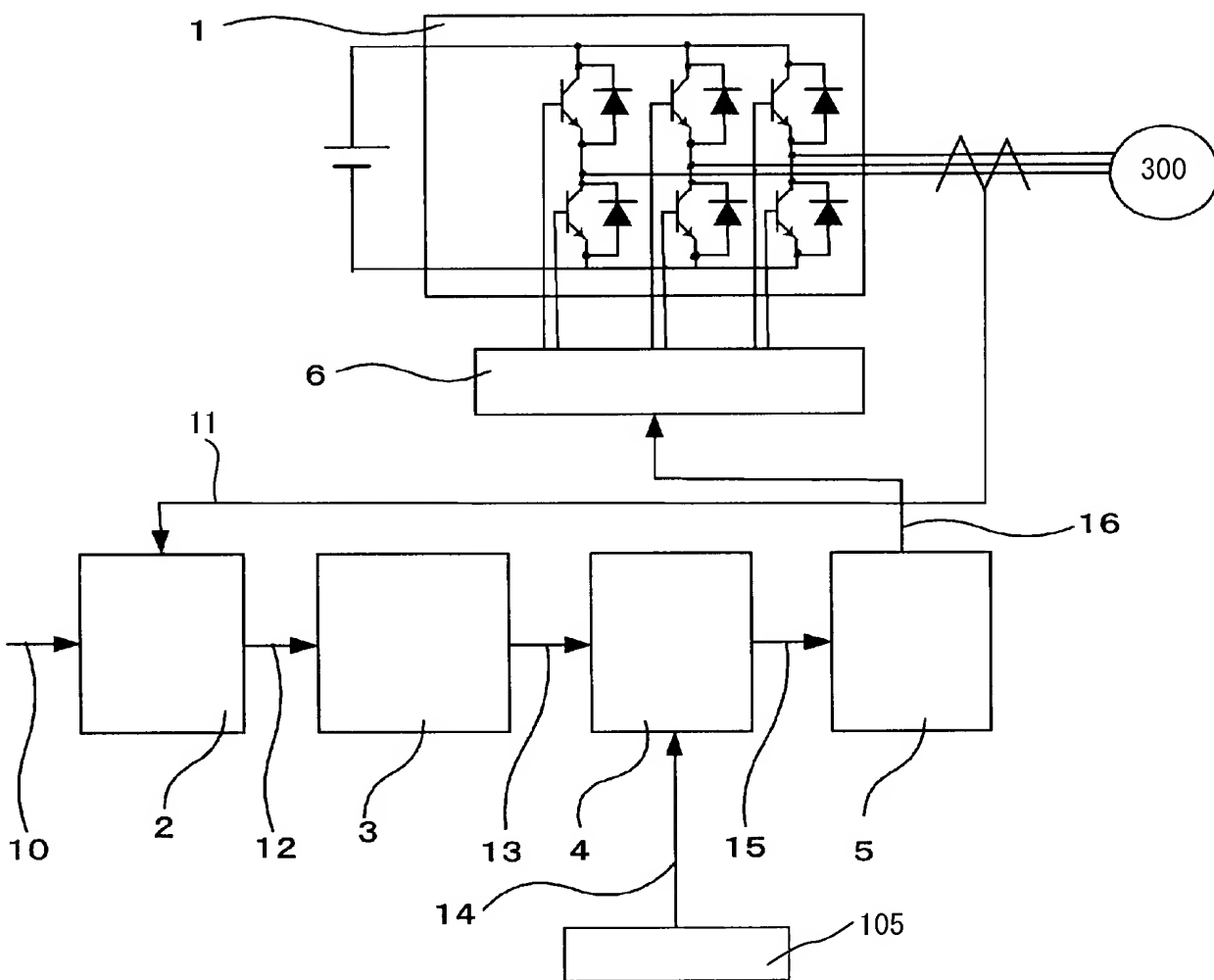
- [9] 前記変調波制御部が、変調率の指令と実際の変調率が一致するように補正する過変調補正を変調波指令に加えることを特徴とする請求項7または8記載のモータ制御装置。

- [10] 前記PWMインバータ装置のスイッチング素子の駆動回路電源として、負側のスイッチング素子のパルスを使用してコンデンサに電荷をためることにより電源を得るチャージポンプ回路と、前記PWMインバータ装置の複数相の出力相電流を各相の負側のスイッチング素子と前記直流電源の負側との間で検出する電流検出部を備えたモータ制御装置において、

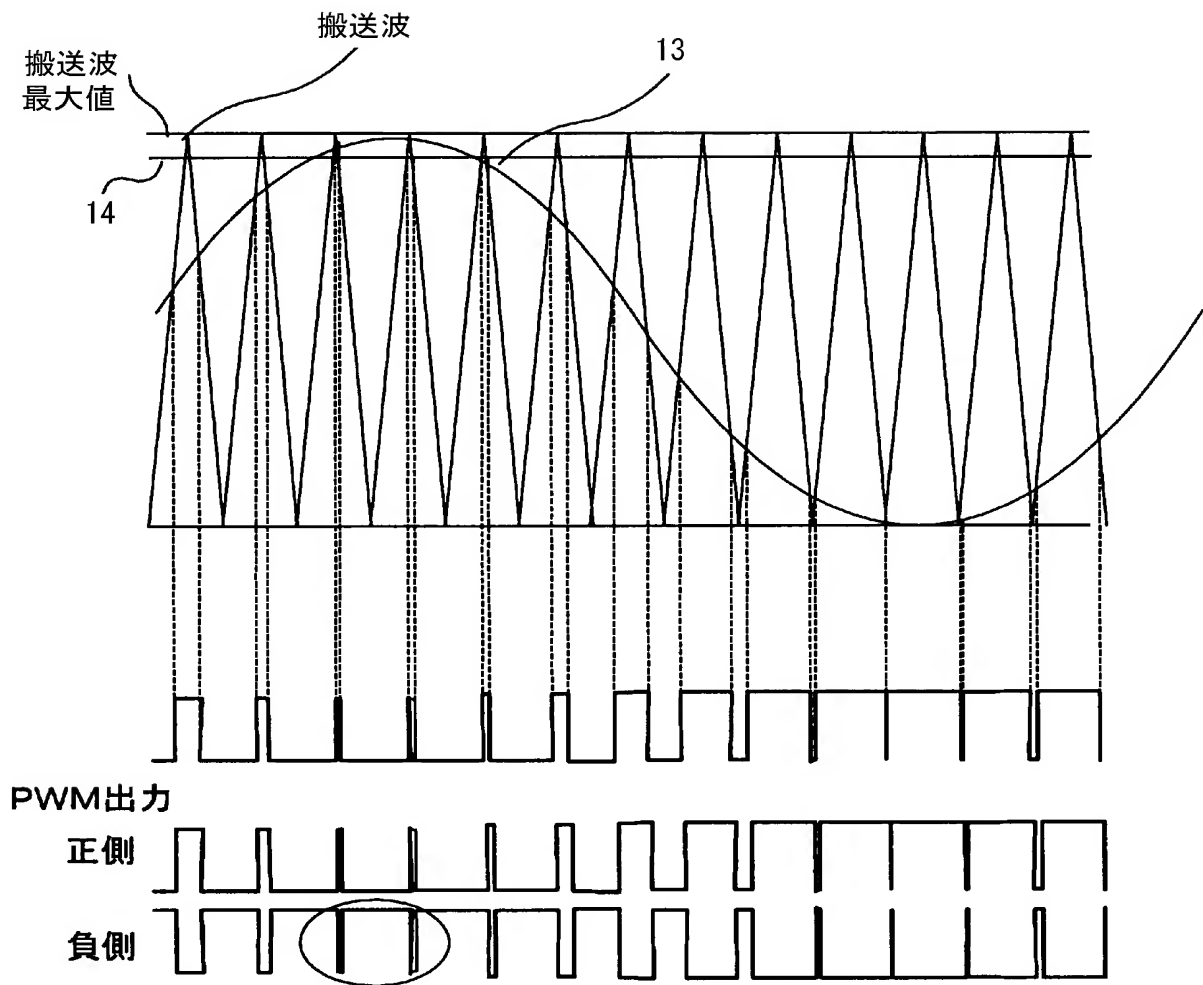
前記変調波上限値演算部が、使用するスイッチング素子に必要なパルス幅、または、前記チャージポンプ回路の出力電圧を確保するために必要なパルス幅、または、電流検出するために必要なパルス幅に基づいて、前記変調波上限値を演算することを特徴とする請求項7〜9のいずれか1項記載のモータ制御装置。

- [11] 前記変調波上限値演算部が、出力周波数が0の時は変調波上限初期値とし、出力周波数が増加するにしたがって単調増加し、使用するスイッチング素子に必要な最小パルス幅上限を超える場合は最小パルス幅上限で制限し、更に、出力周波数が高くなったときに前記搬送波の最大値と一致するように変化させるように前記変調波上限値を演算することを特徴とする請求項10記載のモータ制御装置。

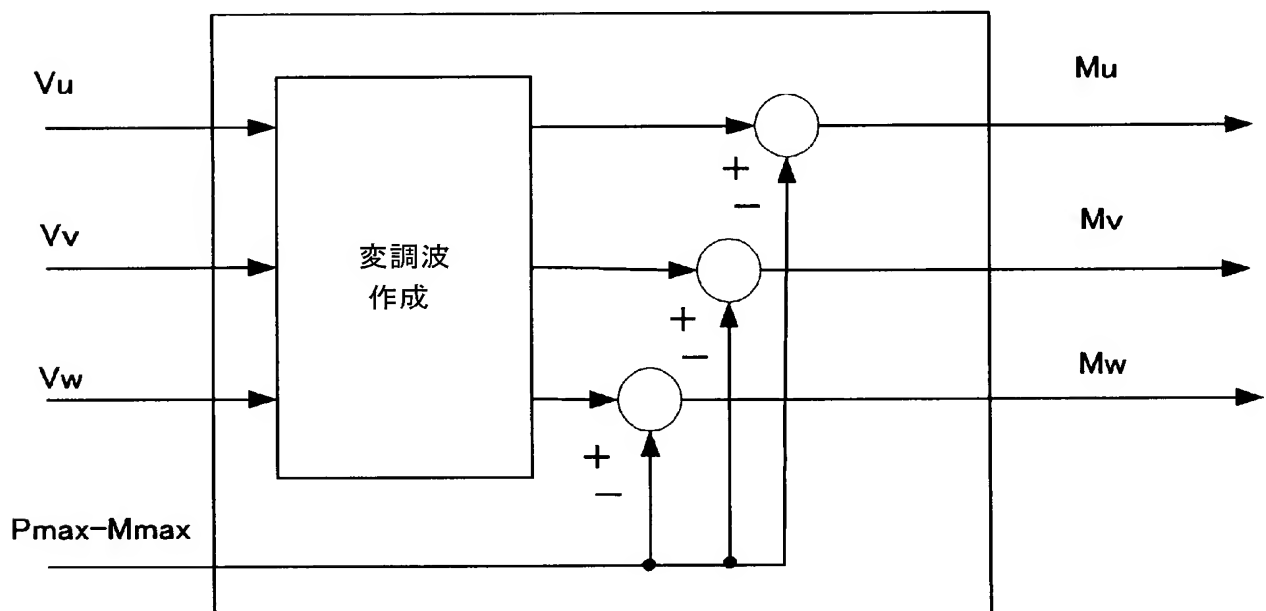
[図1]



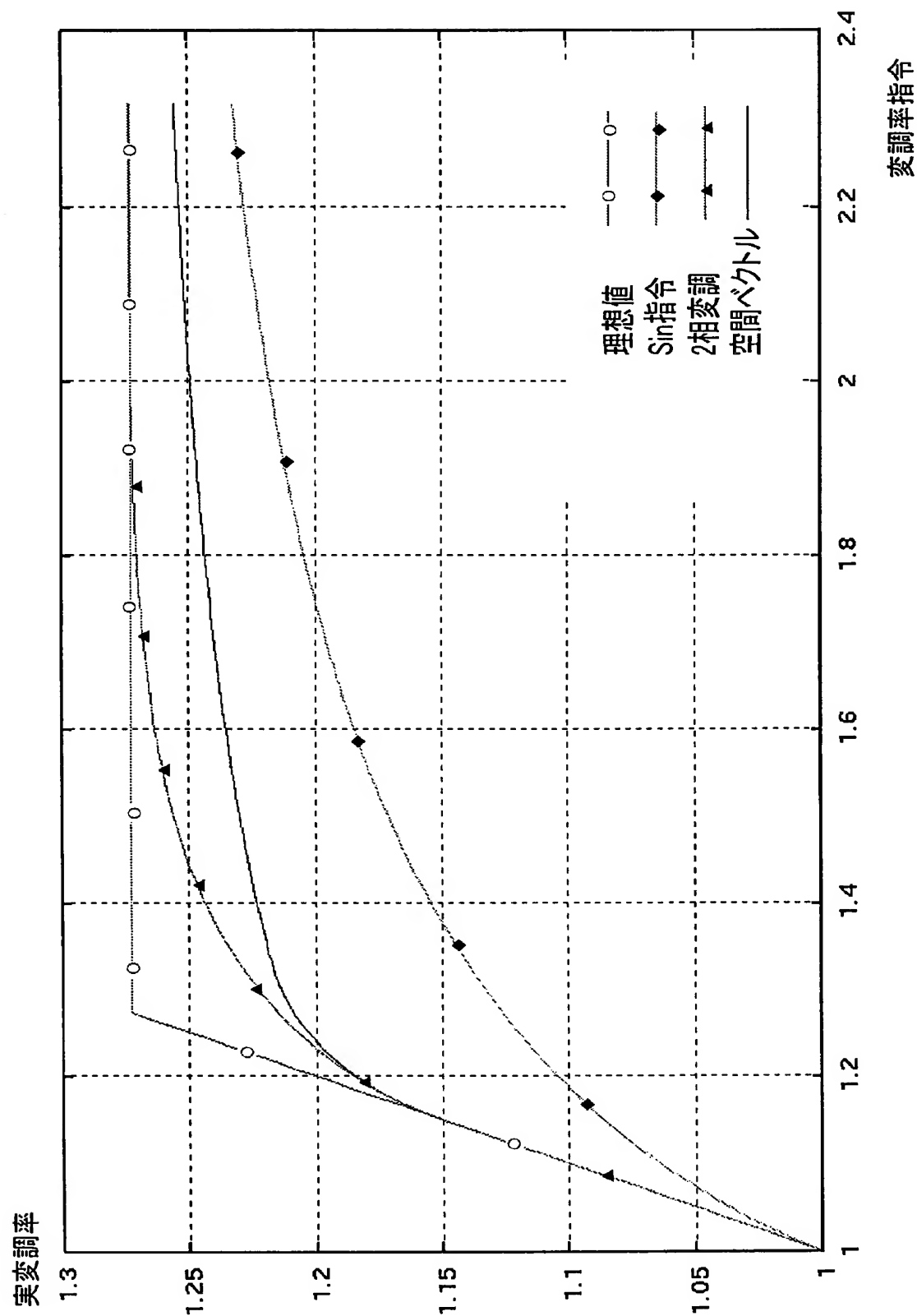
[図2]



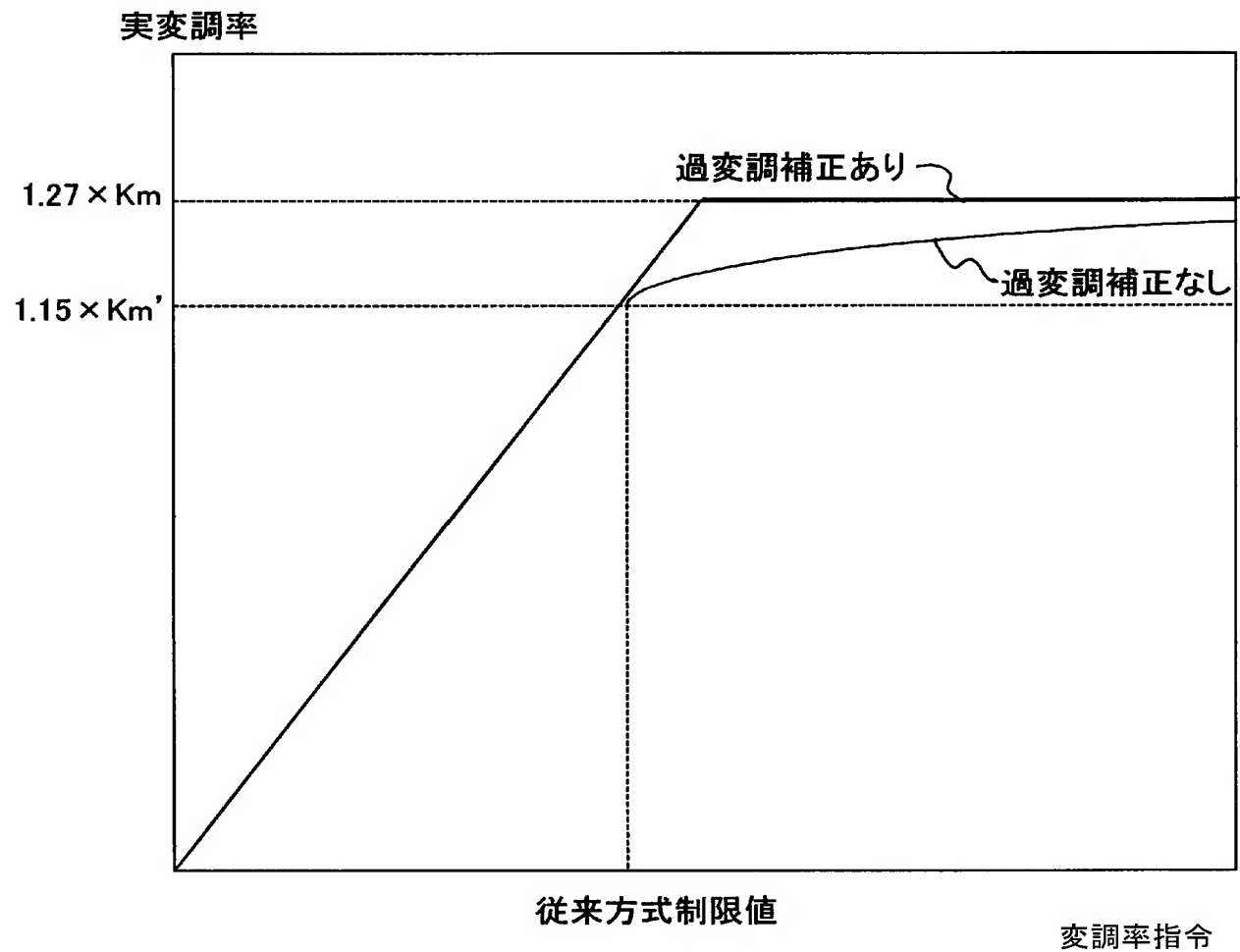
[図3]



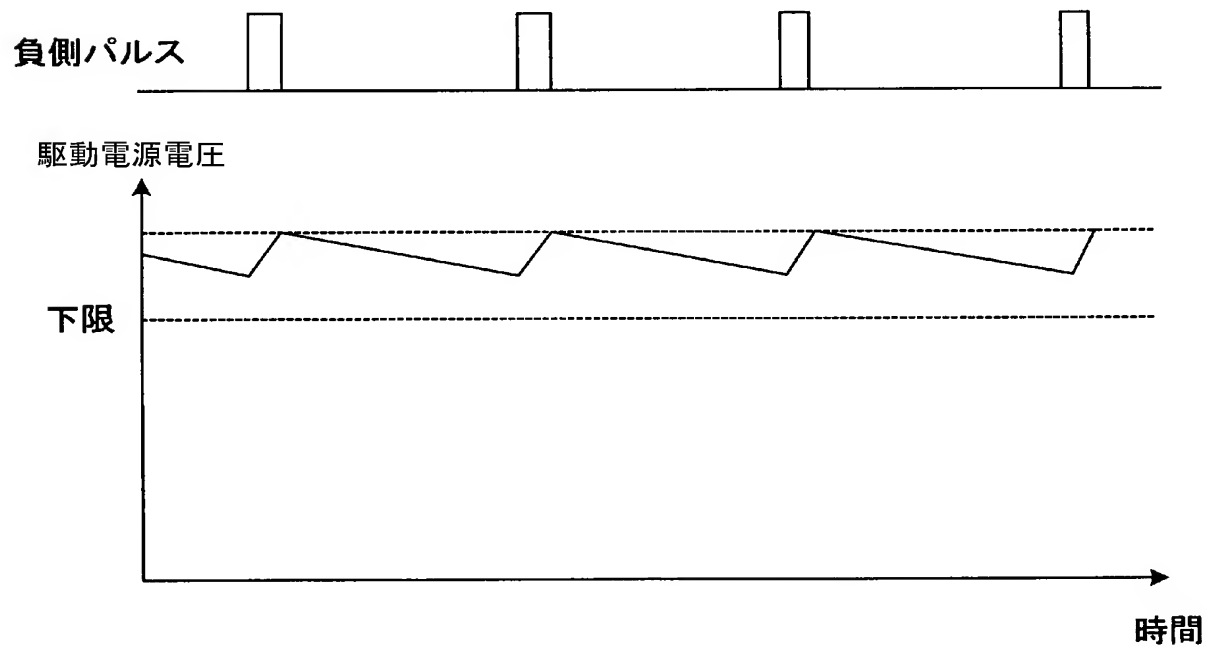
[図4]



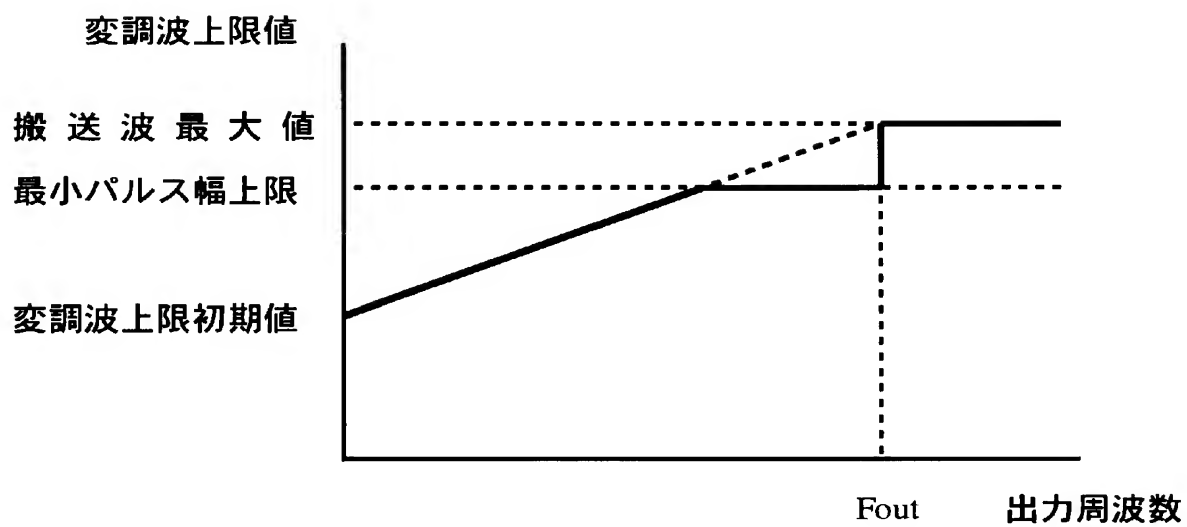
[図5]



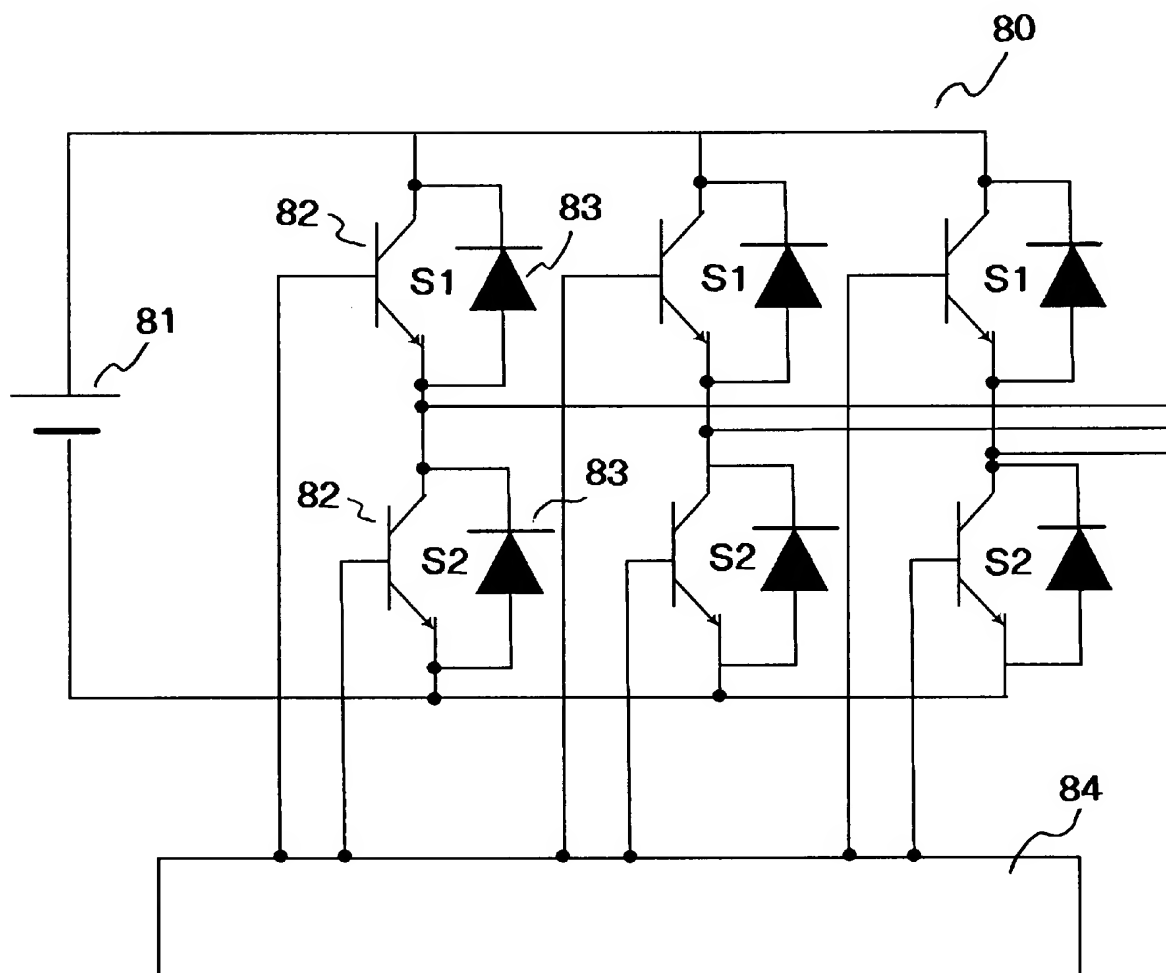
[図6]



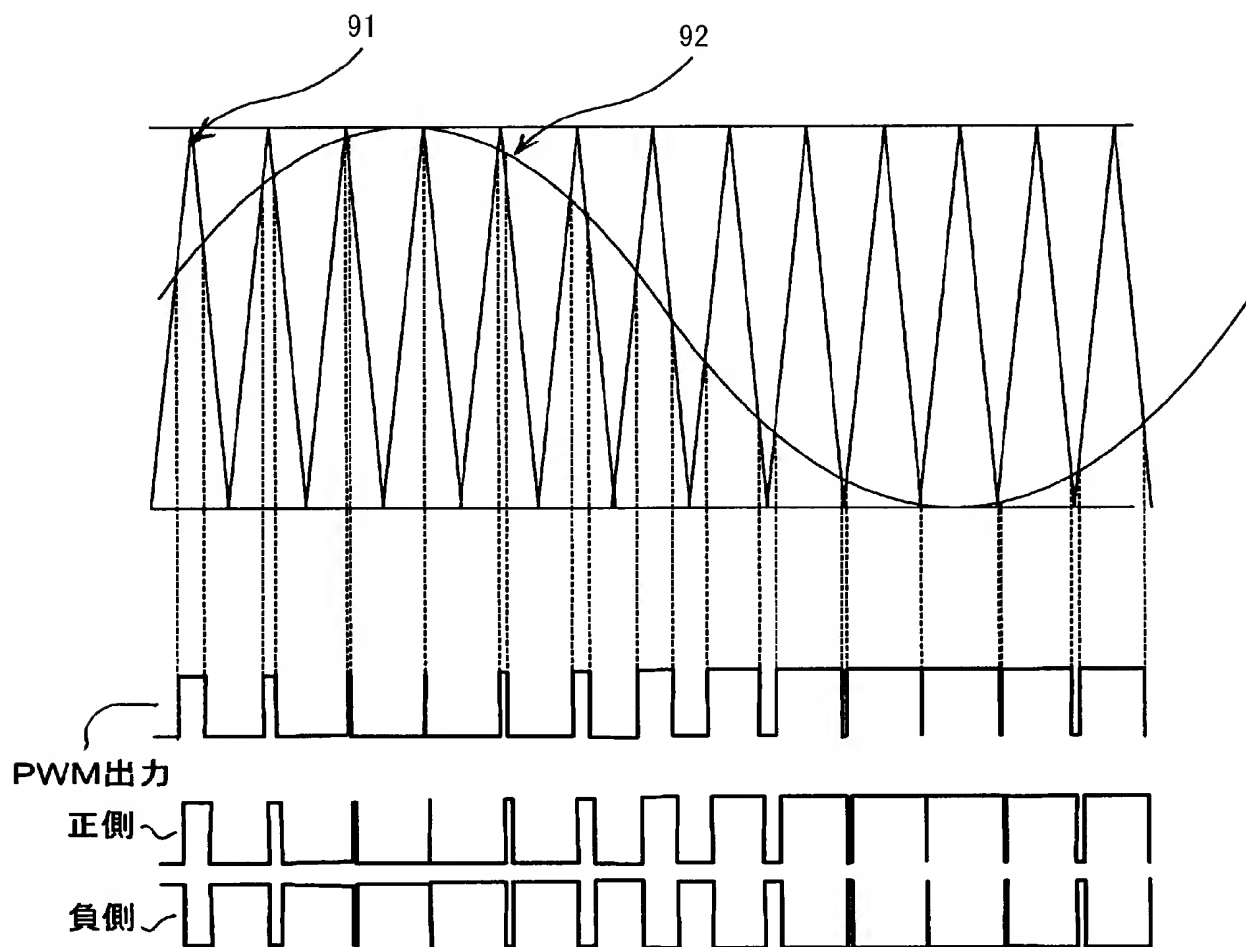
[図7]



[図8]

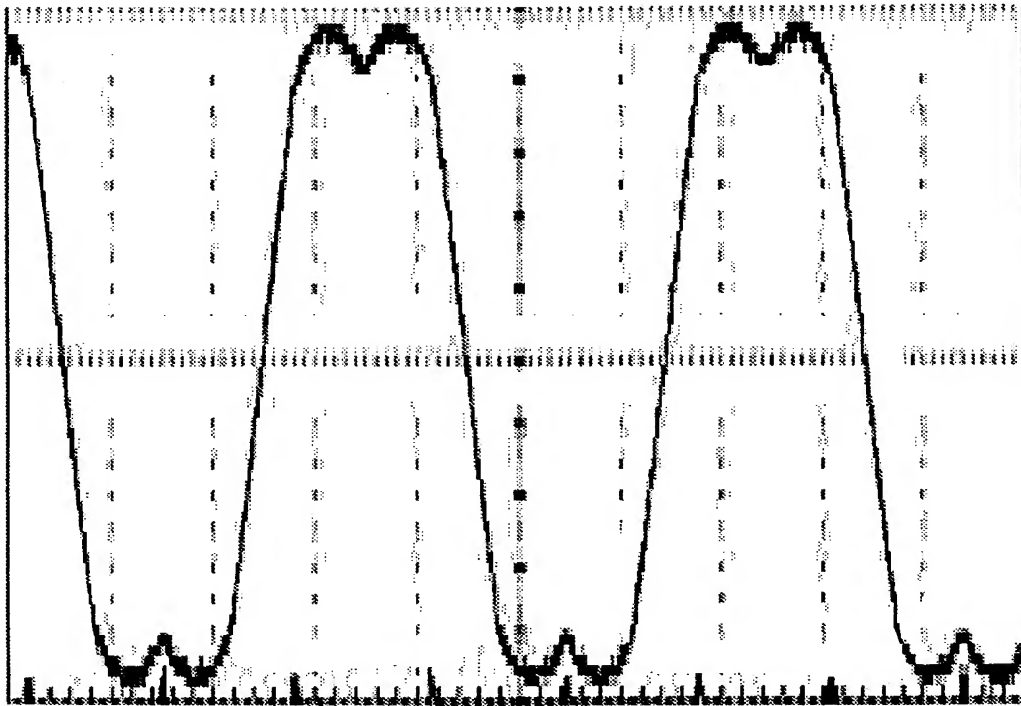


[図9]

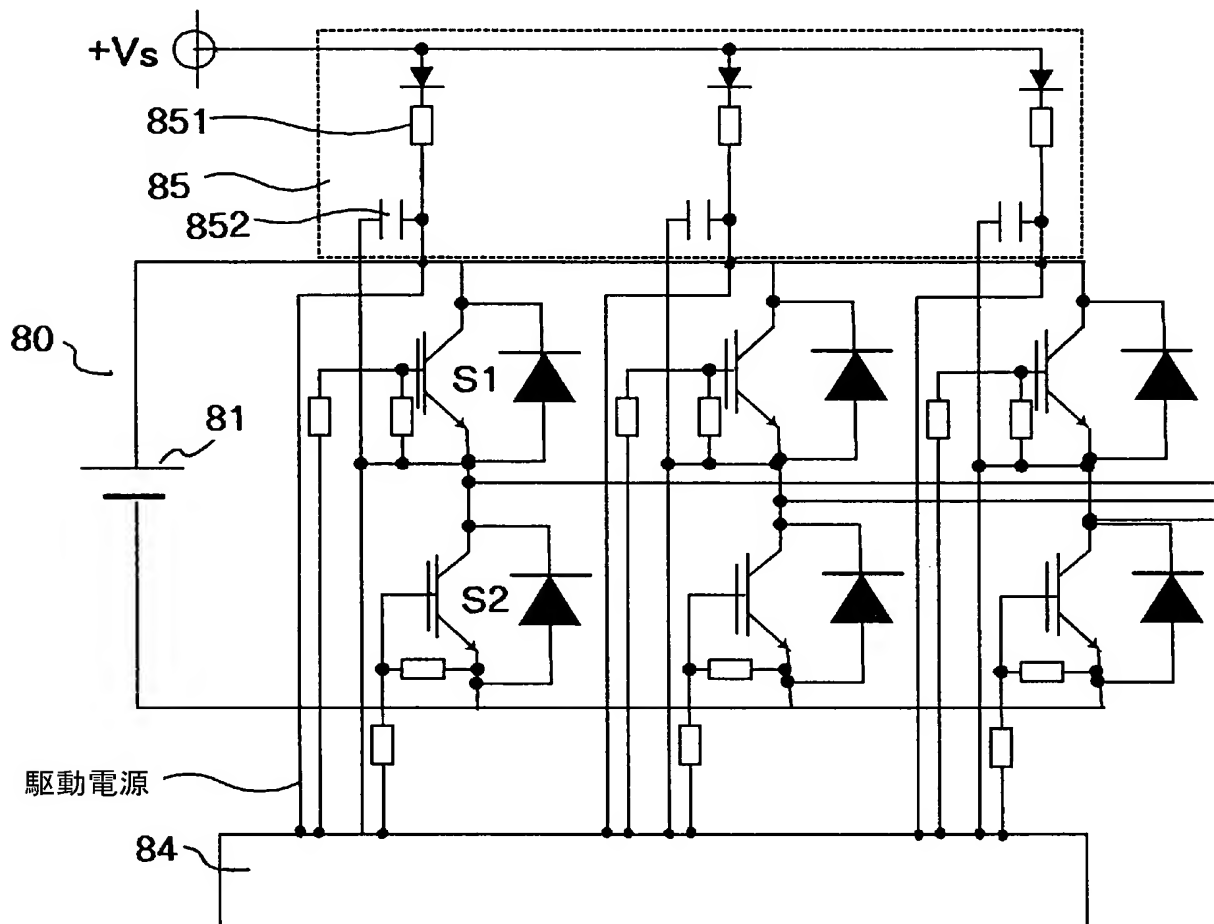




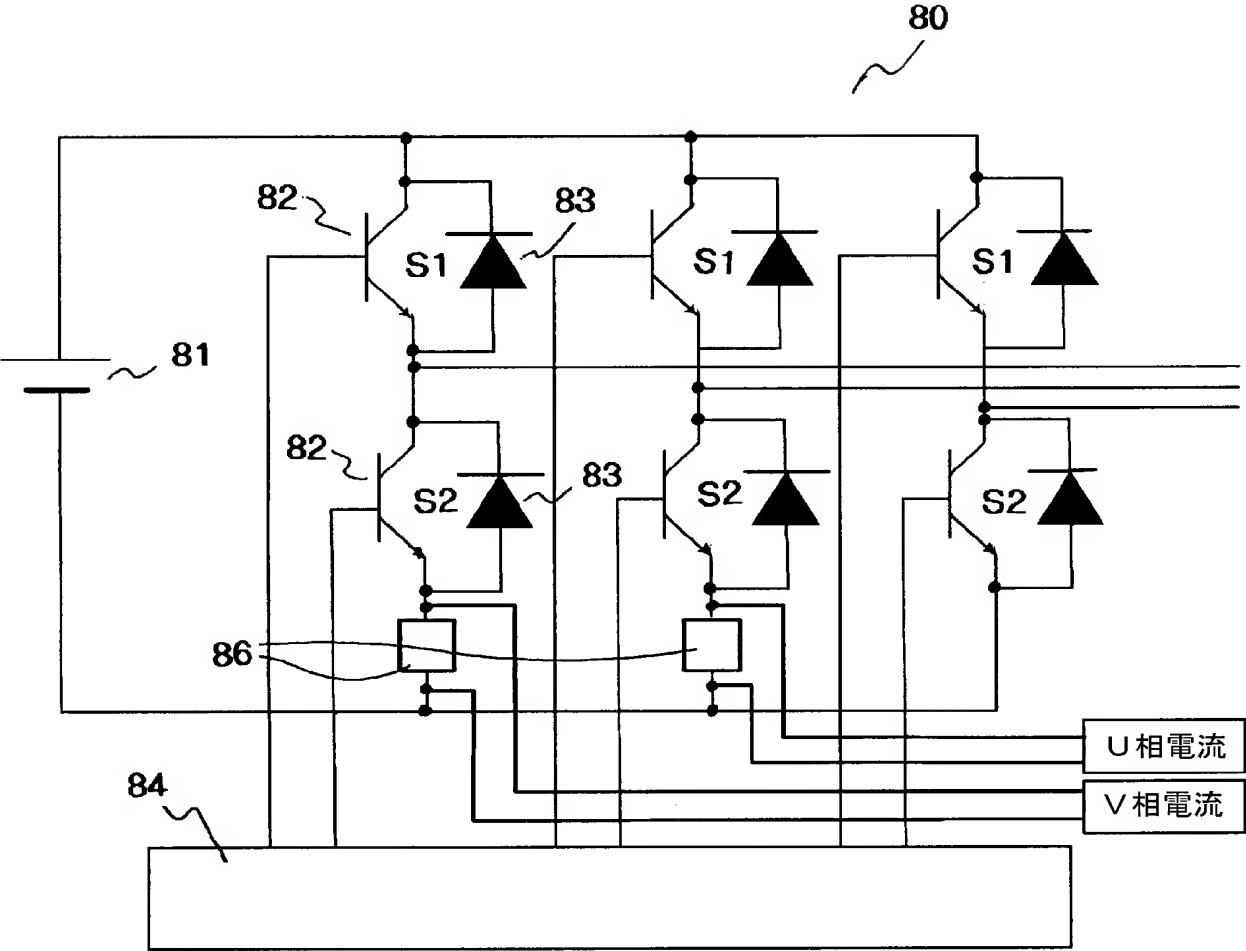
[図10]



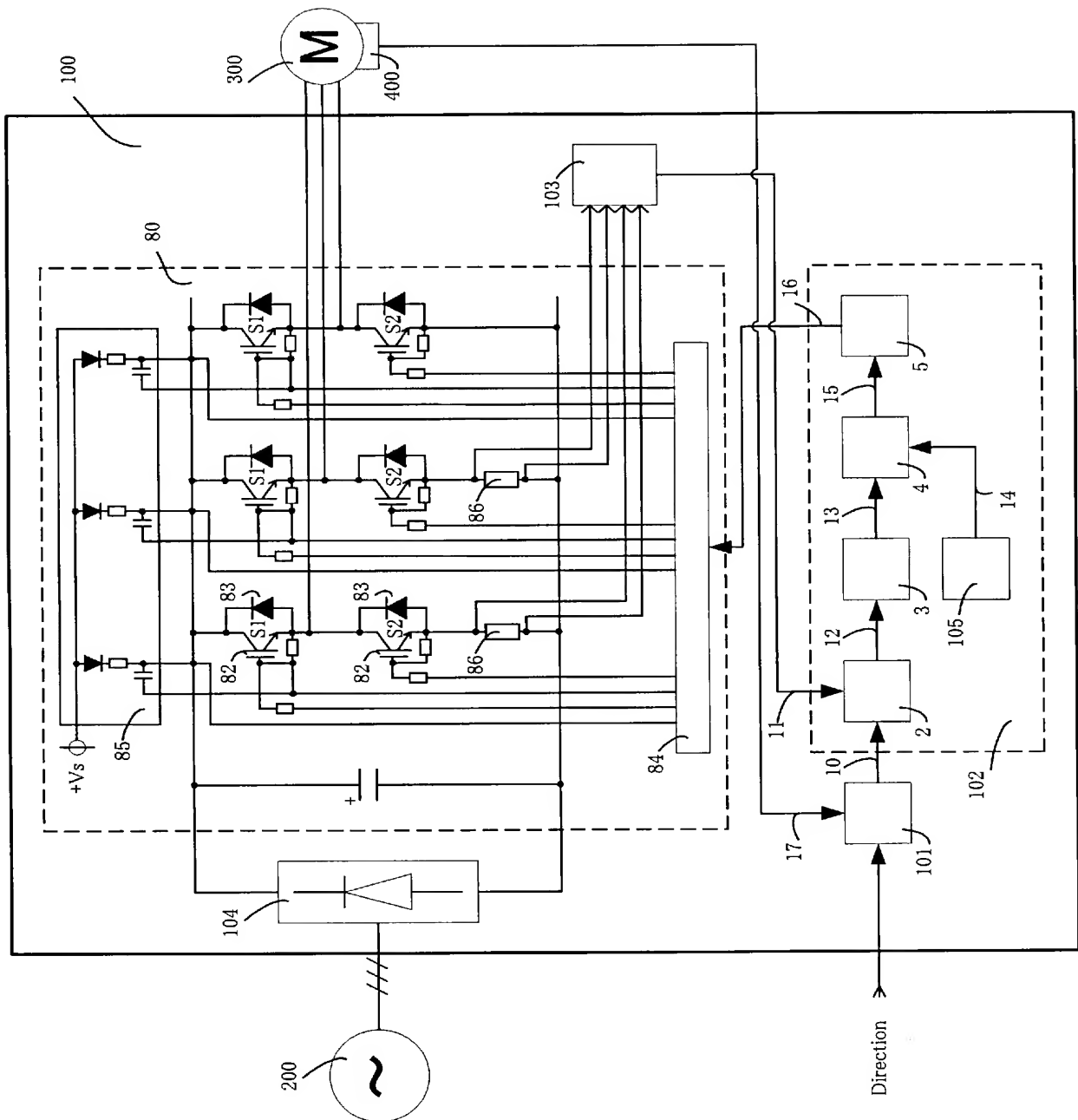
[図11]



[図12]



[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H02M7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages            | Relevant to claim No.   |
|-----------|---|-------------------------|
| X<br>Y    | JP 9-140142 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.),<br>27 May, 1997 (27.05.97),<br>(Family: none)   | 1-3, 7-9<br>4-6, 10, 11 |
| A         | JP 2000-341990 A (Yaskawa Electric Corp.),<br>08 December, 2000 (08.12.02),<br>(Family: none) | 1-11                    |
| A         | JP 6-253547 A (Toshiba Corp.),<br>09 September, 1994 (09.09.94),<br>(Family: none)            | 1-11                    |
| X<br>Y    | JP 2001-157459 A (Toshiba Corp.),<br>08 June, 2001 (08.06.01),<br>(Family: none)              | 1-3, 7-9<br>4-6, 10, 11 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family  |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  |  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

Date of the actual completion of the international search  
17 May, 2005 (17.05.05)

Date of mailing of the international search report  
31 May, 2005 (31.05.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H02M7/48

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2005年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2005年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2005年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|
| X               | J P 9-140142 A (東洋電機製造株式会社)       | 1-3, 7-9         |
| Y               | 27.05.1997 (ファミリーなし)              | 4-6, 10, 11      |
| A               | J P 2000-341990 A (株式会社安川電機)      | 1-11             |
|                 | 08.12.2000 (ファミリーなし)              |                  |
| A               | J P 6-253547 A (株式会社東芝)           | 1-11             |
|                 | 09.09.1994 (ファミリーなし)              |                  |
| X               | J P 2001-157459 A (株式会社東芝)        | 1-3, 7-9         |
| Y               | 08.06.2001 (ファミリーなし)              | 4-6, 10, 11      |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.05.2005

国際調査報告の発送日

31.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3V

8718